

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 753 379 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
15.01.1997 Patentblatt 1997/03

(51) Int. Cl.⁶: **B23Q 16/00**, B23Q 3/18

(21) Anmeldenummer: 96107846.6

(22) Anmeldetag: 17.05.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(30) Priorität: 14.07.1995 DE 19525701

(71) Anmelder: **Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft
80788 München (DE)**

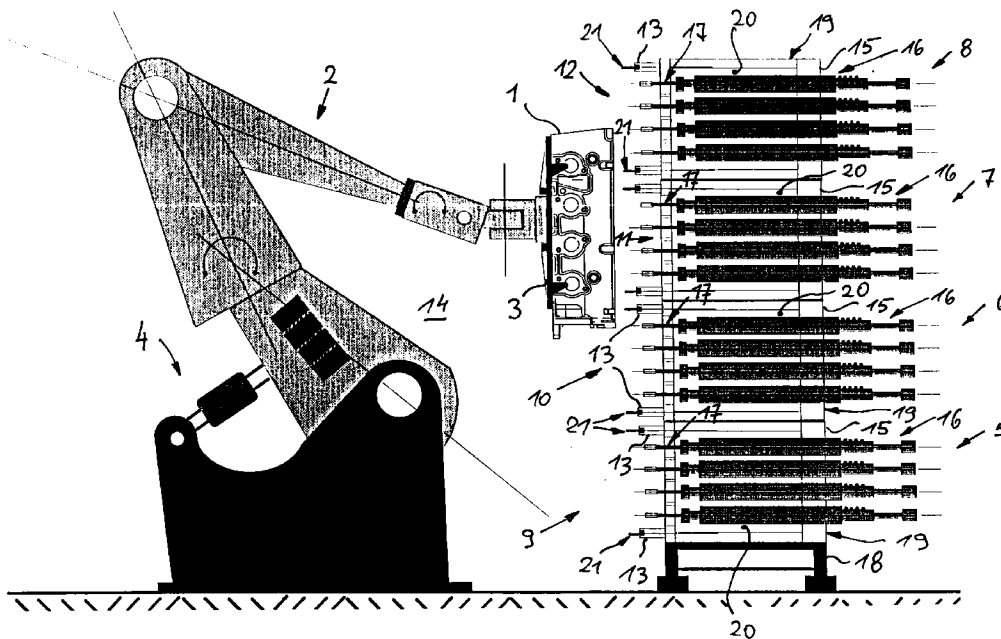
(72) Erfinder:

- **Gross, Johann**
81475 München (DE)
- **Steinbichler, Rainer**
85716 Unterschleißheim (DE)

(54) Verfahren zur Bearbeitung eines Werkstückes

(57) Für ein Verfahren zur Bearbeitung eines Werkstückes, das durch einen Industrieroboter mittels einer Greifeinrichtung einer Bearbeitungsmaschine zugeführt und gehalten wird, ist die Verwendung eines derartigen Roboters für eine spanabhebende Bearbeitung innerhalb enger Toleranzen erfindungsgemäß dadurch ermöglicht, daß das von der Greifeinrichtung erfaßte Werkstück in einer der Bearbeitungsmaschine zugeord-

neten Vorrichtung gesondert positioniert und in der Vorrichtung mittels der Greifeinrichtung spielfrei auf Anschlag gehalten wird während einer Bearbeitung in der aus Industrieroboter, Bearbeitungsmaschine und gesonderter Positionier-Vorrichtung gebildeten Bearbeitungsstation.



EP 0 753 379 A1

Beschreibung

Die Erfindung geht gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 von der DD 293 079 A5 aus.

Dieses Dokument zeigt und beschreibt eine Vorrichtung zum ununterbrochenen Handhaben von Gußteilen mittels Industrieroboter beim Einsatz in der Gußnachbehandlung betreffs der technologischen Stufe "Trennen der Gieß- und Speisesysteme". Um die hierbei auftretenden Belastungen von einem den Greifer mit einem Roboterarm verbindenden Gelenk fernzuhalten, wird das vom Greifer bzw. der Greifeinrichtung gehaltene Gußstück auf einer Werkstückauflage positioniert, wobei eine an dem vorgenannten Roboterarm angeordnete Spanneinrichtung das Gußstück gegen die Werkstückauflage zur Fixierung preßt. Die Greifeinrichtung übernimmt hierbei lediglich die Positionierung des Werkstückes, für dessen Fixierung zur Grob-Bearbeitung durch Abtrennen von Gieß- und Speisesystemen eine gesonderte, aufwendige Spanneinrichtung vorgesehen ist.

Weiter ist aus der DE-A 27 42 226 ein Verfahren zur Bearbeitung eines Schmiedestückes bekannt, das während des Schmiedens in einem Gesenk mit Hilfe einer Greifeinrichtung eines Manipulators gehalten wird.

Schließlich ist aus der DE-C 39 12 036 ein Verfahren zum Verschweißen von Werkstücken bekannt, wobei zwei Werkstücke in einer Schweißstation mittels zweier Industrieroboter relativ zueinander positioniert durch diese Schweißstation geführt werden.

Bekanntlich streuen programm- bzw. computergesteuerte Industrieroboter bei wiederholter Positionierung eines Werkstückes um ca. 0,3 mm. Diese Positionierwiederholgenauigkeit ist für die o.g. Verfahren hinreichend, nicht jedoch für ein zu bearbeitendes Werkstück mit aufeinander bezogene und wesentlich geringer als die 0,3 mm der Positionierwiederholgenauigkeit tolerierte Maße für die Formgebung des Werkstückes.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bearbeitung eines Werkstückes mit einer innerhalb enger Toleranzen liegenden Formgebung mittels einer Bearbeitungsmaschine unter Verwendung eines Industrieroboters aufzuzeigen.

Diese Aufgabe wird mit dem Patentanspruch 1 gelöst.

Mit der erfindungsgemäßen Positionierung des Werkstückes mittels Passungs-Paarungen durch den Industrieroboter in einer der Bearbeitungsmaschine zugeordneten Aufnahme-Vorrichtung ist zum einen in vorteilhafter Weise für eine Bearbeitung mit einer in engen Toleranzen liegenden Formgebung eine entsprechend genaue Positionierung erzielbar. Zum anderen ist mit der Erfindung für das Verfahren eine für ein flexibles Fertigungssystem vorteilhaft geeignete Bearbeitungsstation erreicht, die für Sonderfertigungen oder kurzfristig abweichend zu fertigenden Serien-Werkstücken rasch in einer Prozeßkette zu installieren ist. Das hohe Maß an Integration der erfindungsgemäßen Bear-

beitungsstation in jedes bekannte Fertigungssystem, wie Transferstraße, Fertigungszelle mit CNC-Maschinen, erübrigt kostenaufwendige, auf spezielle Formgebung abgestellte Sondermaschinen. Weiter ist die erfindungsgemäße Bearbeitungsstation auch für eine stand-alone-Anordnung geeignet.

Als vorteilhaft einfache Ausgestaltung der Erfindung ergeben sich die Passungs-Paarungen an Elementen der Positionier-Vorrichtung einerseits und an korrespondierenden Elementen bzw. Ausbildungen am Werkstück und/oder an der Greifeinrichtung andererseits, wobei durch entsprechende Wahl eines Schiebepassungsspiel eine gewünschte genaue Positionierung des Werkstückes erzielt wird. Besonders vorteilhaft sind hierbei im Werkstück vorhandene Passungsbohrungen zu verwenden, die in einer vorausgehenden Fertigungsstation erzeugt sind.

An Verfahren zur Bearbeitung eines erfindungsgemäß mit einem Industrieroboter gesondert positionierten Werkstückes sind nach Anspruch 2 spanabhebende Formgebungen wie Bohren, Senken, Gewindebohren, Reiben bevorzugt erwähnt, jedoch sind auch alle übrigen bekannten spanabhebenden Bearbeitungen denkbar.

Eine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens besonders vielseitig einsetzbare Bearbeitungsstation umfaßt nach Anspruch 3 entsprechend aufeinanderfolgender, unterschiedlicher Bearbeitungen mehrere ortsfest im Bewegungsraum des Industrieroboters angeordnete Positionier-Vorrichtungen in horizontaler und/oder vertikaler Anordnung mit jeweils zugeordneten Bearbeitungsmaschinen.

Weiter kann die erfindungsgemäße Bearbeitungsstation nach Anspruch 4 in ihrem Aufbau besonders einfach und damit kostengünstig dadurch gestaltet werden, daß diese aus einer ortsfest angeordneten Trägerplatte für entsprechend einem vorbestimmten Bearbeitungs- bzw. Lochbild fest angeordnete, gesonderte Bearbeitungseinheiten mit einzeln betreibbaren Werkzeugspindeln gebildet ist, wobei im Hinblick auf eine besonders starre Anordnung der Bearbeitungsmaschine diese über die Trägerplatte mit der zugeordneten Positionier-Vorrichtung vorteilhafterweise eine Einheit bildet.

Eine nach Anspruch 5 bevorzugt ausgestaltete Einheit umfaßt an der Trägerplatte der Bearbeitungsmaschine quer angeordnete Stützplatten für die Positionier-Vorrichtung mit an den freien Stirnseiten vorgesehenen Anschlägen für das Werkstück, wobei an den Stützplatten angeordnete Paß-Zapfen und vorzugsweise im Werkstück angeordnete Paß-Bohrungen die der gesonderten Positionierung des Werkstückes durch den Industrieroboter in der Vorrichtung dienenden Passungs-Paarungen bilden.

Wie weiter in Anspruch 6 beschrieben, kann eine derartige Einheit nicht nur aus einer Positionier-Vorrichtung und einer Bearbeitungsmaschine gebildet sein, sondern auch als eine Kombination einer Positionier-Vorrichtung mit einer zur Montage von Kleinteilen

geeigneten Montagemaschine gebildet sein. Weiter können unterschiedliche Einheiten entsprechend den Bearbeitungs- und/oder Montagedurchführungen an zumindest fünf Seiten eines quaderförmigen Werkstückes so angeordnet sein, daß die Verbringung des Werkstückes von Einheit zu Einheit vorzugsweise mittels eines einzigen Industrieroboters erzielt ist. Diese erfindungsgemäße Ausgestaltung erübrigt mehrere, jeweils auf einen besonderen Bearbeitungsfall abgestellte Sondermaschinen.

Zur Entlastung des Industrieroboters von hohen, gegen die Greifeinrichtung des Roboters wirkenden Bearbeitungskräften kann die Greifeinrichtung nach Anspruch 7 über eine steuerbare Verriegelungseinrichtung mit der jeweiligen Positionier-Vorrichtung verbindbar sein.

Schließlich ist es im Rahmen der Erfindung auch denkbar, daß die Positionier-Vorrichtung relativ zu einer fest angeordneten Bearbeitungsmaschine mittels des Industrieroboters über die ein Werkstück tragende Greifeinrichtung gegen ein Werkzeug verschiebbar ist.

Eine bevorzugte Bearbeitungsstation zur Durchführung des Verfahrens ist in der einzigen Zeichnung dargestellt.

Bei einem Verfahren zur vorzugsweise spanabhebenden Bearbeitung eines Zylinderkopfes 1 eines nicht gezeigten Reihenmotors wird der durch einen programmgesteuerten, mehrachsigen Industrieroboter 2 mittels einer Greifeinrichtung 3 aus einer nicht dargestellten Bereitstellungsanordnung 4 einer Bearbeitungsmaschine 5, 6, 7, 8 zugeführte Zylinderkopf 1 während der Bearbeitung in einer der jeweiligen Bearbeitungsmaschine 5 bis 8 jeweils zugeordneten Vorrichtung 9, 10, 11, 12 gesondert positioniert und mittels der Greifeinrichtung 3 gegen Anschläge 13 der jeweiligen Vorrichtung 9 bis 12 gehalten.

Mit der erfindungsgemäß gesonderten Positionierung des Zylinderkopfes 1 relativ zur jeweiligen Bearbeitungsmaschine 5 bis 8 mittels der jeweils zugeordneten Vorrichtung 9 bis 12 ist die für derartige Industrieroboter 2 bekannt unzureichende Positionierwiederholgenauigkeit eliminiert, so daß derartige Industrieroboter 2 vorteilhaft insbesondere bei spanabhebender Formgebung mit aufeinander bezogenen, eng tolerierten Abständen bzw. Maßen zur Positionierung und Halterung einsetzbar sind. Dies ermöglicht in vorteilhafter Weise den Einsatz relativ einfach gestalteter Bearbeitungsmaschinen 5 bis 8, die mit den zugeordneten Positionier-Vorrichtungen 9 bis 12 und dem Industrieroboter 2 eine relativ schnell und kostengünstig verfügbare Bearbeitungsstation bilden und damit kaum abwandelbare Sondermaschinen erübrigen.

Für das erfindungsgemäße Bearbeitungsverfahren durch einfache Ausgestaltung weiter vorteilhaft sind vorgesehene Passungs-Paarungen an Elementen der Positionier-Vorrichtungen 9 bis 12 einerseits und an korrespondierenden Elementen bzw. Ausbildungen am Zylinderkopf 1 und/oder an der Greifeinrichtung 3 andererseits, wobei durch entsprechende Wahl eines Schie-

bepassungsspiels eine gewünscht genaue, gesonderte Positionierung des Zylinderkopfes 1 erzielt werden kann. Besonders vorteilhaft können hierbei im Zylinderkopf 1 für eine bestimmte Betriebsfunktion erforderliche, bereits erzeugte Passungsbohrungen zur gesonderten, unmittelbaren Positionierung Verwendung finden.

Wie aus der einzigen Zeichnung hervorgeht, umfaßt die Bearbeitungsstation 13 im Bewegungsraum 14 des Industrieroboters 2 entsprechend aufeinanderfolgender, unterschiedlicher Bearbeitungen die Bearbeitungsmaschinen 5, 6, 7, 8 mit den zugeordneten Vorrichtungen 9, 10, 11, 12 in einer vertikalen Anordnung. Dabei kann die Bearbeitungsmaschine 5 zum Bohren von Gewindekernlöchern und die Bearbeitungsmaschine 6 zum diesbezüglichen Gewindebohren dienen. Die Bearbeitungsmaschine 7 ist für das Vorbohren von Passungsbohrungen und die Bearbeitungsmaschine 8 zur Endbearbeitung der Passungsbohrungen durch Reiben vorgesehen. Bei hohen Schnittdrücken der spanabhebenden Bearbeitung bzw. Formgebung kann die Greifeinrichtung 3 des Industrieroboters 2 über eine nicht gezeigte, steuerbare Verriegelungseinrichtung mit jeder der Positionier-Vorrichtungen 9 bis 12 verbindbar ausgebildet sein.

Die zu einem Turm der Bearbeitungsstation angeordneten Bearbeitungsmaschinen 5 bis 8 sind jeweils aus einer Trägerplatte 15 für entsprechend einem vorbestimmten Bearbeitungsbild fest angeordnete, gesonderte Bearbeitungseinheiten 16 gebildet mit einzeln betreibbaren Werkzeugspindeln 17, die mit entsprechenden Werkzeugen für die vorstehend beschriebenen spanabhebenden Bearbeitungen bestückt sind. Über das Geste 18 sind die mit einander in Verbindung stehenden Trägerplatten 15 relativ zum Industrieroboter 2 ortsfest angeordnet.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung jeder Bearbeitungsmaschine 5 bis 8 und der jeweils zugeordneten Positionier-Vorrichtungen 9 bis 12 ist dadurch erzielt, daß jede Trägerplatte 15 mit der zugehörigen Positionier-Vorrichtung 9 bis 12 eine Einheit 19 bildet. In jeder Einheit 19 umfaßt jede Positionier-Vorrichtung 9 bis 12 an jeder Trägerplatte 15 jeder Bearbeitungsmaschine 5 bis 8 quer angeordnete Stützplatten 20 mit an den freien Stirnseiten angeordneten Anschlägen 13. Weiter sind an den Stützplatten 20 Paß-Zapfen 21 vorgesehen, die vorzugsweise mit in dem Zylinderkopf 1 bereits gefertigten Paß-Bohrungen zusammenwirken und somit die der gesonderten Positionierung des Zylinderkopfes 1 in der jeweiligen Vorrichtung 9 bis 12 dienenden Passungs-Paarungen bilden.

Weiter kann eine derartige Einheit 19 nicht nur aus einer Positionier-Vorrichtung 9 bis 12 und einer Bearbeitungsmaschine 5 bis 8 gebildet sein, sondern auch als eine Kombination einer Positionier-Vorrichtungen 9 bis 12 mit einer zur Montage von Kleinteilen geeigneten, nicht gezeigten Montagemaschine gebildet sein. Weiter können unterschiedliche Einheiten 19 entsprechend den Bearbeitungs- und/oder Montage-Durchführungen

an zumindest fünf Seiten eines quaderartigen Zylinderkopfes 1 so angeordnet sein, daß die Verbringung des Zylinderkopfes 1 von Einheit 19 zu Einheit 19 vorzugsweise mittels eines einzigen Industrieroboters 2 erzielt ist. Diese erfindungsgemäße Ausgestaltung erübrigt mehrere, jeweils auf einen besonderen Bearbeitungsfall abgestellte Sondermaschinen.

Die erfindungsgemäße Bearbeitungsstation ist relativ kostengünstig und relativ zu üblichen Sondermaschinen mit geringem Zeitaufwand realisierbar, so daß konstruktive Änderungen rasch in die Serie einfließen können. Gegenüber einer kaum abänderbaren Sondermaschine kann die erfindungsgemäße Bearbeitungsstation mit geringem Aufwand einer Transferstraße oder einer Fertigungszelle mit CNC-Maschinen zugeordnet werden zur Bildung eines flexiblen Fertigungssystems. Weiter ist eine derartige Bearbeitungsstation aber auch als stand-alone-Anordnung geeignet. Insbesondere weist eine derartige Bearbeitungsstation durch die Möglichkeit des einfachen Austausches der Trägerplatten 15 und der Bearbeitungseinheiten 16 der Bearbeitungsmaschinen 5 bis 8 eine hohe Flexibilität auf für erforderliche Umstellungen in der Bearbeitung eines Werkstückes 1.

Im Rahmen der Erfindung ist es auch möglich, daß eine nicht gezeigte Positionier-Vorrichtung relativ zu einer fest angeordneten Bearbeitungsmaschine mittels des Industrieroboters über die ein Werkstück tragende Greifeinrichtung gegen ein Werkzeug verschiebbar ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung eines Werkstückes,

- bei dem das durch einen mehrachsigen Industrieroboter (2) mittels einer Greifeinrichtung (3) aus einer Bereitstellungsanordnung (4) einer Bearbeitungsmaschine (5, 6, 7, 8) zugeführte Werkstück (1) unter Verbleib an der Greifeinrichtung (3) während der Bearbeitung mittels einer gesonderten Positionier-Vorrichtung (9, 10, 11, 12) fixiert wird, dadurch gekennzeichnet,
- daß das von der Greifeinrichtung (3) erfaßte Werkstück (1) zur Eliminierung einer unzureichenden Positionierwiederholgenauigkeit des programmgesteuerten Industrieroboters (2) über Passungs-Paarungen zwischen Werkstück (1) und/oder Greifeinrichtung (3) sowie der Positionier-Vorrichtung (9, 10, 11, 12) mit geringstmöglichem Schiebungs- und/oder Montagepassungsspiel einem vorrichtungsseitigen Anschlag (13) zugeführt wird, wobei
- das Werkstück (1) mittels der Greifeinrichtung (3) in Schiebepassungsrichtung während einer Bearbeitung in der aus Industrieroboter (2), Bearbeitungsmaschine (5, 6, 7, 8) und Positio-

nier-Vorrichtung (9, 10, 11, 12) gebildeten Bearbeitungsstation spielfrei auf Anschlag (13) gehalten bzw. fixiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine spanabhebende Bearbeitung des Werkstückes (1), insbesondere Bohren, Senken, Gewindebohren, Reiben etc.
3. Bearbeitungsstation zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Bewegungsraum (14) des Industrieroboters (2) entsprechend aufeinanderfolgender, unterschiedlicher Bearbeitungen mehrere ortsfest angeordnete Positionier-Vorrichtungen (9, 10, 11, 12) horizontal und/oder vertikal mit zugeordneten Bearbeitungsmaschinen (5, 6, 7, 8) angeordnet sind.
4. Bearbeitungsstation nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
 - daß die Bearbeitungsmaschine (5, 6, 7, 8) aus einer ortsfest angeordneten Trägerplatte (15) für entsprechend einem vorbestimmten Bearbeitungsbild fest angeordnete, gesonderte Bearbeitungseinheiten (16) gebildet ist mit einzeln betreibbaren Werkzeugspindeln, wobei ggf.
 - die Bearbeitungsmaschine (5, 6, 7, 8) über die Trägerplatte (15) mit der Positionier-Vorrichtung (9, 10, 11, 12) eine Einheit (19) bildet.
5. Bearbeitungsstation nach Anspruch 3 und 4, dadurch gekennzeichnet,
 - daß die Positionier-Vorrichtung (9, 10, 11, 12) an der Trägerplatte (15) der Bearbeitungsmaschine (5, 6, 7, 8) quer angeordnete Stützplatten (20) umfaßt mit an den freien Stirnseiten vorgesehenen Anschlüssen (13), und
 - daß an den Stützplatten (20) angeordnete Paß-Zapfen (21) und im Werkstück (Reihen-Zylinderkopf 1) angeordnete Paß-Bohrungen die der gesonderten Positionierung des Werkstückes (1) in/an der Vorrichtung (9, 10, 11, 12) dienende Passungs-Paarungen bilden.
6. Bearbeitungsstation nach den Ansprüchen 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils aus einer Positionier-Vorrichtung (9, 10, 11, 12) und einer Bearbeitungsmaschine (5, 6, 7, 8) oder einer Montagemaschine für Kleinteile gebildete Einheiten (19) entsprechend den Bearbeitungs- und/oder Montage-Durchführungen an zumindest fünf Seiten eines quaderartigen Werkstückes (1) angeordnet sind für eine Verbringung des Werkstückes (1) mit-

tels eines einzigen Industrieroboters (2) von Einheit (19) zu Einheit (19).

7. Bearbeitungsstation nach den Ansprüchen 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifeinrichtung (3) des Industrieroboters (2) bedarfsweise über eine steuerbare Verriegelungseinrichtung mit der jeweiligen Positionier-Vorrichtung (9, 10, 11, 12) verbindbar ist.
5
10
8. Bearbeitungsstation nach den Ansprüchen 3 bis 7, gekennzeichnet durch die Verwendung in einem flexiblen Fertigungssystem durch eine Zuordnung zu einer Transferstraße oder zu einer Fertigungszelle mit CNC-Maschinen oder als stand-alone-Anordnung.
15
9. Bearbeitungsstation nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Positionier-Vorrichtung relativ zu einer fest angeordneten Bearbeitungsmaschine mittels des Industrieroboters über die ein Werkstück tragende Greifeinrichtung gegen ein Werkzeug verschiebbar ist.
20
25

30

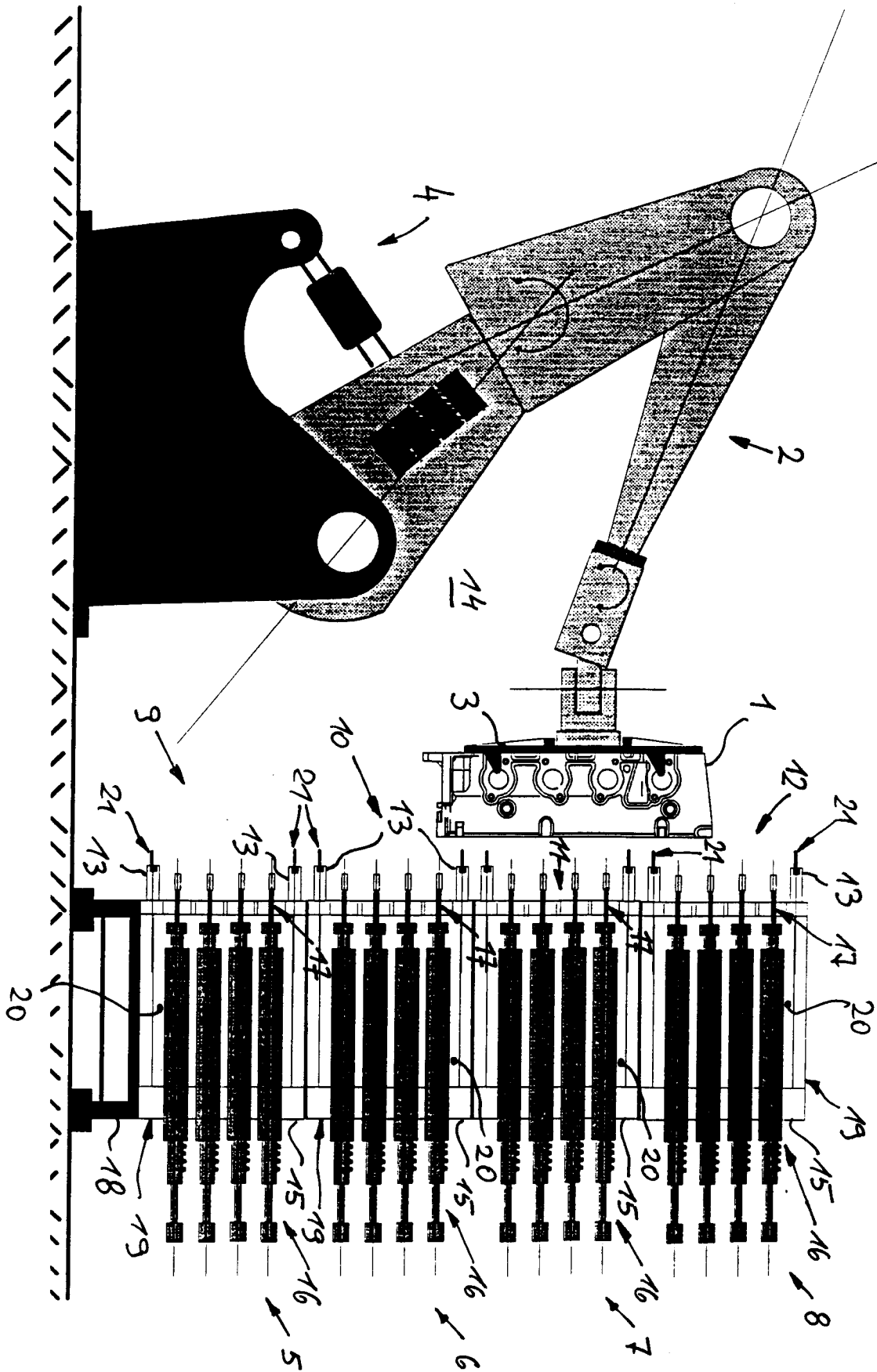
35

40

45

50

55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 10 7846

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	DE-A-24 45 559 (KOMATSU MFG CO LTD) 3.April 1975	1-4	B23Q16/00 B23Q3/18
A	* Seite 3, Zeile 12 - Zeile 27; Anspruch 1; Abbildungen 1,2 *	5,6,8	

Y	US-A-4 919 586 (DERBY STEPHEN J) 24.April 1990 * Zusammenfassung; Abbildungen 1-10 *	1-9	

Y	US-A-4 896 086 (MIYAHARA MASAKAZU ET AL) 23.Januar 1990 * Spalte 3, Zeile 22 - Zeile 35; Abbildungen 1,8,9 *	1-9	

X	US-A-4 562 391 (INOUE KIYOSHI) 31.Dezember 1985 * Spalte 5, Zeile 34 - Zeile 47; Abbildung 1 *	1-3	

A	US-A-4 662 503 (LYCKE ANDERS H) 5.Mai 1987 * Zusammenfassung; Abbildungen 1-6 *	1-3	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) B23Q
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 18.Oktober 1996	Prüfer Ljungberg, R
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)